

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

Translation

(19) Korea Intellectual Property Office (KR)  
(12) Korean Utility Laid-open (Y1)

(45) Date of Publication: July 19, 2001

(11) Registration No. 20-0229074

(24) Date of Registration: April 18, 2001

---

(21) Application No. Utility-2001-0001866

(22) Date of Application: January 26, 2001

---

(71) Applicant: Korea Institute of Energy Research

(72) Inventor: Song, Rak hyun

Lee, Byung Rok

Shin, Dong Lyul

(74) Agent: Kim, Young Hwan

---

(54) Title of Invention:

Sealing Agent for Carbon Plate Corner of Phosphoric Acid Fuel Cell

---

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록실용신안공보(Y1)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup> H01M 2/08	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2001년07월 19일 20-0229074 2001년04월 18일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	20-2001-0001866 2001년01월 26일	
(73) 실용신안권자 (72) 고안자	한국에너지기술연구원 대전 유성구 장동 71-2 송락현 대전광역시서구둔산1동크로바아파트 117-1303 이병록 대전광역시동구자양동 75-9 신동열 대전광역시유성구장동 71-2	
(74) 대리인	김영환	

심사관 : 김동원

(54) 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재

요약

본 고안은 다공성 인산형 연료전지에서 가스의 유출을 방지하기 위한 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재에 관한 것이다.

다공성 인산형 연료전지에서의 가스 유출 방지를 위하여 치밀성 카본으로 제조되며, 요철형 결합 구조가 구비된 본 고안의 치밀성 카본 밀봉재는 상·하 한 쌍의 2개로 이루어지며, 각 밀봉재의 중공에 다공성 탄소판이 삽입되는 구조이고, 각 밀봉재는 다공성 탄소판 일 면의 일측 단부에서 타측 단부를 가로지르며 형성되어 있는 가스 이동 통로인 요홈부의 단면 크기와 방향이 일치하는 폭방향 요홈부가 일면에 형성되는 요홈 밀봉부재 2개와, 어떠한 요홈부도 형성되지 않은 평활 밀봉부재 2개로 구성되며, 각 밀봉재를 구성하는 밀봉부재의 상호 접촉 단부에 한 측은 요입홈이 형성되고 다른 한 측은 이 요입홈에 결합될 수 있도록 동일 형상의 결합 돌기가 양각된 형태로 형성된다.

본 고안 인산형 연료전지에 적용되는 모서리 밀봉재는, 자체적으로 단단히 결합되는 구조를 가정으로써 가스의 유출을 효과적으로 억제하게 되고, 이러한 효과에 흑연 페이스트와 같은 밀봉 접착제가 더해져 가스의 유출이 완벽하게 방지됨으로써 다수의 단위 전지를 모서리 밀봉재의 파손 없이 적층을 가능하게 하여 대용량의 연료 전지 스택의 제조에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

대표도

도5

색인어

접전체, 폐쇄계, 바이폴라 판, 엔탈피, 엔트로피, 흑연 페이스트

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 다공성 카본을 이용한 인산형 연료전지의 분해 사시도.

- 도 2는 종래 다공성 카본을 이용한 인산형 연료전지의 조립 단면도.  
 도 3은 종래 사용된 분리형 상·하 밀봉재의 사시도.  
 도 4는 종래 사용된 일체형 상·하 밀봉재의 사시도.  
 도 5는 본 고안 연료 전지를 구성하는 상·하 다공성 카본판과 밀봉재의 분해 사시도.  
 도 6은 본 고안 연료 전지를 구성하는 다공성 카본판과 밀봉재의 결합 평면도.  
 도 7은 도 6의 (가)부에 대한 확대 분해 사시도.

((도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명))

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 11. 절연체     | 12. 집전체     |
| 13. 세퍼레이터   | 14. 다공성 카본판 |
| 15. 모서리 밀봉재 | 16. 가스켓     |
| 17. 전극      | 18. 전해질     |

## 고안의 상세한 설명

### 고안의 목적

#### 고안이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 고안은 인산형 연료전지의 모서리 밀봉재에 관한 것으로, 더 자세하게는 양 단부의 연결부가 양각 내지는 음각된 형태의 양단부를 갖는 4조각의 밀봉부재로 구성되는 밀봉재를 적용하여 값비싼 카본의 사용량을 줄이고 크기 및 무게를 줄임과 동시에 가스의 유출을 방지한 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재에 관한 것이다.

연료전지(燃料電池, fuel cell)란 연료의 산화로 인해 생기는 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 전지로서, 산화·환원반응을 이용한다는 점에 있어서는 보통의 화학전지와 동일하나, 폐쇄계 내에서 전지 반응을 하는 화학전지와는 달리, 반응물이 연속적으로 외부로부터 공급되면서 반응 생성물은 연속적으로 계외로 제거되는 하나의 발전 장치 역할을 수행한다.

가장 대표적인 것으로 1839년 영국의 W.R.그로브가 최초로 고안한 것으로 알려진 수소-산소연료전지가 있으나, 특별히 주목받게 된 것은 1959년 5kW의 수소-산소 연료전지가 영국의 F.T.베이컨에 의해 실증·실험되면서부터이며, 그 후 60년대부터 70년대에 이르러 제미니 및 아폴로 우주선의 연료전지가 되었고, 이러한 연료전지들은 모두 알칼리 수용액을 전해질로 이용하고 순수한 수소와 산소를 반응물로 사용했다.

그 후 수소외에도 메탄이나 천연가스 등의 기체 연료나 메탄올, 히드라진 같은 액상의 연료를 사용하는 여러 종류의 연료전지가 고안되었으며, 이들 중 작동온도가 300℃ 이하인 것을 저온형, 그 이상인 것을 고온형이라고 한다.

상기와 같이 알칼리 전해질을 사용하는 연료전지를 제 1세대, 귀금속 촉매를 사용하지 않은 고온형의 용융탄산염 연료전지를 제2세대, 그리고 보다 높은 효율로 발전 가능한 고체 전해질 연료전지를 제3세대의 연료전지라 한다.

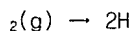
현재 가장 실용화에 가까운 것은 제1세대 연료전지로서 미국 UT사를 중심으로 하여 개발된 인산 전해질 연료전지가 있으며, 이 연료전지는 화석 연료를 개질시킨 수소를 주성분으로 하는 수소 가스와 공기 속의 산소를 이용한 수소-공기 연료전지이다.

특히, 에너지 자원이 전무한 우리나라의 경우 연료전지 기술 개발의 중요성을 인식하여 국가의 대체 에너지 개발 사업 및 선도 기술 사업(일명 G-7 Project)을 통하여 연료전지 분야를 중점 지원 사업으로 선정하여 개발 연구가 진행되고 있는 바, 연료전지의 작동 원리를 살펴보면 다음과 같다.

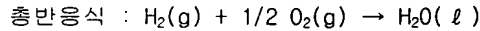
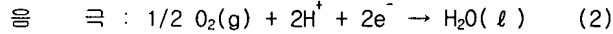
연료전지의 양극과 음극에서 일어나는 화학 반응은 아래 화학 반응식과 같다.

#### 화학식 1

양 극 : H



(1)



상기의 화학반응에서 얻어지는 최대 에너지는 Gibbs 자유에너지 변화인  $\Delta G$ 와 관계가 있으며, Gibbs-Helmholtz의 방정식  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에 의한다. 이 식에서  $\Delta H$ 는 반응 엔탈피(Enthalpy) 변화,  $\Delta S$ 는 반응 엔트로피(Entropy) 변화,  $T$ 는 절대온도(K)이다.

25°C, 1기압 하에서 수소 gas와 산소 gas가 반응하여 물이 생성될 때의 Gibbs 자유에너지 변화  $\Delta G_{298\text{K}}$ 는 -237.19 kJ/mol이며, 여기에서  $\Delta G_{298\text{K}}$ 가 음의 값을 나타내는 것은 반응계로부터 에너지가 방출되는 것을 뜻한다.

그러나, 상기의 모든 에너지가 모두 연료전지의 전기 에너지로 전환되지는 않으며, 온도가 올라가면 연료전지의 이론적 단위 전압이 0.85 mV/K 정도 낮아지게 되는 바, 이는 반응 생성물인 물의 상승으로 인한 것이다. 그래서 80°C에서의 이론적인 전위는 1.18V가 된다.

그리고, 표준 조건 하에서  $\text{H}_2/\text{O}_2$  연료를 사용할 때 연료 전지의 이론 효율은 83%정도로서, 이는 종래의 카르노(Carnot)식 열기관에 비하여 매우 높은 것이며, 이러한 효율이 전기화학적 반응의 특징이다.

상기에서 살펴본 바와 같이 에너지 변환 효율이 우수한 연료전지로서 현재 가장 실용화에 가까운 제1세대 연료전지인 인산 전해질 연료전지는 바이폴라판의 종류에 따라 다공성 구조 전지와 치밀성(비다공성) 구조 전지로 구분되나, 다공성 구조 전지의 경우 가스 밀봉 문제 등 여러 가지 어려움이 있어 주로 비다공성 구조로 제작되어 왔다.

그러나, 비다공성 구조 전지는 하나의 치밀한 카본판으로 구성되어 설계 및 제작이 쉬운 반면, 다음과 같은 문제가 있다.

첫째, 치밀한 카본판을 사용하기 때문에 소재비와 가공비가 비싸고, 두께가 두껍고 무거워 대형화에 적합하지 않으며 둘째, 연료전지의 수명에 영향을 미치는 인산 저장 능력이 적어 별도의 인산 저장소가 필요할 뿐 아니라, 수명도 감소된다. 셋째, 바이폴라판의 두께가 두꺼워 전지 내부 저항이 커짐에 따라 전지 성능이 저하되는 등의 문제가 있어 우수한 전지 성능이 요구되는 소용량 전지에 적합한 구조이다.

따라서, 수백~수천 쿨로 와트급 이상의 대용량 연료전지를 제작하고 실용화 하기 위해서는 인산 저장 능력이 크며 바이폴라판의 두께를 얇게할 수 있는 다공성 구조 전지의 개발이 필수적이다. 이러한 다공성 구조 전지는 리브 기판형 구조(ribbed substrate type)와 리브 분리판형 구조(ribbed separator type)의 두 가지로 분류된다.

리브 기판형 구조는 한 면에 가스 채널이 가공된 두 개의 다공성 카본판(다공성 바이폴라판)과 그 사이에 얇은 치밀성 탄소 카본판이 개재되고 가스 채널이 가공된 반대면이 전극 지지체의 역할을 하는 구조로서, 리브 기판형 구조 전지는 연료극 측에 인산 저장이 가능하고, 그 저장 능력이 우수하나 반응 가스가 다공성 판을 통과해야 하기 때문에 가스 확산 저항이 증가하여 전지 성능이 다소 떨어진다.

한편, 리브 분리판형 구조는 한 면에 가스 채널이 가공된 두 개의 다공성 카본판과 그 사이에 얇은 치밀성 카본 분리판이 개재되고 가스 채널이 가공된 면이 전극과 마주보고 있는 구조로서, 리브 분리판형 구조 전지는 연료극 및 공기극 양쪽에 인산 저장이 가능하여 그 저장 능력이 매우 우수하고 가스 채널이 전극면과 접하여 가스 공급은 용이하나 공기극 측 다공성 카본판에 함유된 인산 때문에 인산의 범람이 쉽게 발생할 수 있어 전지 성능이 다소 떨어지는 면이 있다.

가스 확산 저항이나 인산의 범람에 의하여 전지의 성능이 다소 저하하며, 다공성 구조의 특성상 기계적 강도가 떨어지고 전기전도도와 열전도도 역시 비다공성 구조에 비하여 다소 낮아지는 단점에도 불구하고, 장시간 운전이 요구되는 대용량 전지에는 전술한 바와 같이 다공성 구조의 적용이 바람직하다.

종래 다공성 구조 단위 전지의 구조를 살펴보면, 도 1에 도시된 바와 같이 절연체(11A)-집전체(12A)-세퍼레이터(13A)-모서리 밀봉재(15A){다공성 카본(14A)}-가스켓(16A){양극(17A)-전해질(18)}-가스켓(16B){전해질(18)-음극(17B)}-모서리 밀봉재(15B){다공성 탄소판(14B)}-세퍼레이터(13B)-집전체(12B)-절연체(11B)의 순으로 적층되는 구조이다.

도 1의 (나)로부터 알 수 있듯이 다공성 카본판(14)(바이폴라 판)은 치밀성 모서리 밀봉재(15)의 내부에 삽입되고 전극(17)과 전해질(18)은 테프론 가스켓(16)의 내부에 삽입되기 때문에 조립된 상태에서 다공성 카본판과 전극 및 전해질은 외부로 노출되지 않는 상태로 된다.

상기의 종래 다공성 단위전지 구조에 있어서, 모서리 밀봉재(15)는 세퍼레이터(13)와 가스켓(15) 사이를 일정한 간격으로 유지하면서 다공성 카본판(14) 모서리 부분을 밀봉하기 위하여 도 2와 같이 네 조각으로 구성되고, 각 밀봉재 조각의 이음새(151)는 흑연 페이스트(paste)를 사용하여 접착하는 바, 이 이음새(151)를 통하여 가스가 유출될 수 있다.

상기와 같이 모서리 밀봉재의 이음새를 통하여 가스의 유출 가능성이 남게 되는 것은, 이음새의 접착재로 사용되는 흑연 페이스트가 완전히 치밀하게 되도록 열처리 되지 못하기 때문이다.

즉, 흑연 페이스트를 치밀하게 만들어 주기 위한 고온의 열처리가 곤란하여 소성된 흑연 페이스트의 기계적 강도가 떨어지게 됨으로써, 단위 연료전지를 적층된 형태의 스택(stack)으로 조립하는 과정에서 불가피하게 부과되는 응력에 의하여 이음새가 부분적으로 파손되어 가스가 유출되는 것이다.

따라서, 가스의 유출을 방지하기 위하여 도 3과 같이 사각형 카본판을 가공한 이음새 없는 일체형 모서

리 밀봉재(34)가 고안되기도 하였으나, 이러한 밀봉재는 사각 판상의 카본판으로부터 가장자리부를 제외한 중앙부를 절단해 내는 가공을 거쳐 얻어지게 되므로 가공 후 남게 되는 값비싼 중앙부 카본판이 낭비되는 문제가 있다.

### 고안이 이루고자하는 기술적 과제

본 고안은 대용량 연료전지에 적합한 저 중량의 다공성 바이폴라 구조 전지의 취약점인 가스 방출을 방지하기 위한 것으로, 구조적으로 안정되어 파손되지 않으면서 가스의 방출을 방지할 수 있는 다공성 인산형 연료전지용 모서리 밀봉재를 제공함에 본 고안의 목적이 있다.

### 고안의 구성 및 작용

본 고안의 상기 목적은 양 단부인 연결부가 요철형으로 음각 내지는 양각된 이음재 형태의 모서리 밀봉부재에 의하여 달성된다.

본 고안 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재는 단위전지당 한 쌍 2개가 사용되며, 각 모서리 밀봉재는 치밀성 카본으로 제작되는 모두 4개의 밀봉부재로 구성되며 각 밀봉부재는 사각봉 형태로서, 두 밀봉부재(이하 '요홈 밀봉부재'라 함)의 일면에는 다공성 카본의 가스 흐름 통로와 크기와 방향이 일치되도록 폭방향 요홈부가 다수 형성되며, 나머지 두 밀봉부재(이하 '평활 밀봉부재'라 함)는 네 면이 모두 평활한 상태이다.

상기 4개의 밀봉부재는 각 밀봉부재의 양 단부가 서로 밀착 조립되어 중공이 형성되는 4각형 형태를 이루고, 이때 형성되는 모서리 밀봉재 중공의 내면에 다공성 바이폴라판인 다공성 카본판의 네 단면 모서리부가 밀착되는 상태로 삽입된다. 이때, 하나의 밀봉재를 구성하는 4개의 밀봉부재는 한 밀봉부재의 음각된 단부에 양각된 다른 밀봉부재의 단부가 끼워지는 형태로 상호 결합한다.

즉, 접합재를 사용하지 않아도 상호 떨어지지 않도록 결합되는 구조임에 기술적 특징이 있다.

본 고안 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재의 상기 기술적 구성과 구체적인 작용효과에 대한 자세한 사항은 본 고안의 바람직한 실시예를 도시하고 있는 도면을 참조한 아래의 설명에 의하여 명확하게 이해될 것이다.

도 5에 연료전지를 구성하는 다공성 카본판과 밀봉부재를 상하 결합 순으로 도시한 분해도를 도시하였다.

도시된 바와 같이, 본 고안을 구성하는 밀봉재(3)는 단위 연료전지당 한 쌍 2개가 사용되며, 각 밀봉재의 중공(31)에 다공성 탄소판(32)이 삽입되는 구조로서, 각 밀봉재는 다공성 탄소판(32) 일 면의 일측 단부에서 타측 단부를 가로지르며 형성되어 있는 가스 이동 통로인 사각 단면 요홈부(32A)의 단면 크기와 방향이 일치하는 폭방향 요홈부(3B')가 일면에 형성된 요홈 밀봉부재(3B) 2개와 어떠한 요홈부도 형성되지 않은 평활한 면으로 이루어진 평활 밀봉부재(3A) 2개로 구성된다.

따라서, 단위 연료전지에는 폭방향 요홈부(3B')가 형성된 요홈 밀봉부재 4개와 요홈부가 형성되지 않은 평활 밀봉부재 4개 모두 8개의 밀봉부재가 필요하게 된다.

상기와 같이 구성되는 하나의 밀봉재가 다공성 탄소판과 결합된 상태를 보인 평면도를 도 6에 표시하였다.

도시된 바와 같이, 요홈 밀봉부재의 요홈부(3B')는 다공성 탄소판의 요홈부(32A)와 일치하도록 형성되며, 밀봉재를 구성하는 4개의 밀봉부재(3A)(3B)의 연결은 기본적으로 각 밀봉재 단부에 요철 형태로 형성된 연결부(41)에 의하여 이루어진다.

도 7은 도 6의 (가)부에 대한 확대 분해 사시도로서 도시된 바와 같이, 밀봉재를 구성하는 밀봉부재(3A)(3B)의 상호 접촉 단부에 한 측은 음각된 형태의 요입홈(41A)이, 다른 한 측은 이 요입홈(41A)에 결합될 수 있도록 동일 형상의 결합 돌기(41B)가 밀봉부재의 단부에 일체로 형성되고, 이 결합 돌기(41B)가 요입홈(41A)에 삽입됨으로써 결합된다.

그리고, 상기 결합 돌기(41B)는, 결합되는 타측 밀봉부재와의 외부 접촉면(41D)으로부터 밀봉부재의 종축 방향으로 밀봉재 폭보다 좁은 폭을 가지면서 일체로 연장 형성된 돌기 연결부(41E)의 단부에 일체로 형성되며, 이때 결합 돌기(41B)의 폭은 밀봉 부재의 결합시 분리되지 않도록 돌기 연결부(41E)의 폭보다 넓게 형성되어야 한다. 본 고안 실시예의 경우에는 결합 돌기(41B)와 요입홈(41A)이 'T'자형의 형상으로 형성되었다.

따라서, 상기 밀봉재의 결합에 있어 요입홈과 결합 돌기의 갈합 접촉면은 일직선 형태가 아니며 수 회의 절곡부(41C)를 갖게 됨으로써 가스의 흐름을 억제하여 흑연 페이스트와 같은 밀봉 접착제와 함께 가스의 유출을 방지하게 되는 구조이다.

### 고안의 효과

상기에서 살펴본 바와 같이, 본 고안에 의한 모서리 밀봉재는 자체적으로 단단히 결합되는 구조를 가짐으로써 가스의 흐름을 효과적으로 방해하게 되고, 이러한 효과에 흑연 페이스트와 같은 밀봉 접착제가

더해져 가스의 유출이 거의 완벽히 방지됨으로써 다 수의 단위 전지를 모서리 밀봉재의 파손 없이 적층 가능하여 대용량의 연료 전지 스택을 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

단위 연료전지별 한쌍 2개가 사용되는 모서리 밀봉재로서, 각 모서리 밀봉재(3)는 한쌍의 요홈 밀봉부재(3B)와 한쌍의 평활 밀봉부재(3A)가 상호 교대로 조립되어 중공의 사각형을 이루고, 이때 요홈 밀봉부재(3B)나 평활 밀봉부재(3A)의 어느 일측에는 양각된 형태의 결합 돌기(41B)가 일체로 형성되는 동시에 타측에는 상기 결합 돌기에 형합하는 음각된 형태의 요입홈(41A)이 구비되어 이들 결합 돌기의 요입홈 내 삽입에 의하여 밀봉부재들(3A)(3B) 간의 고정에 이루어짐을 특징으로 하는 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

##### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 결합 돌기(41B)는, 결합되는 타측 밀봉부재와의 외부 접촉면(41D)으로부터 밀봉부재의 종축 방향으로 밀봉재 폭보다 좁은 폭을 가지면서 일체로 연장 형성된 돌기 연결부(41E)의 단부에 일체로 형성되고 결합 돌기(41B)의 폭은 밀봉 부재의 결합시 분리되지 않도록 돌기 연결부(41E)의 폭보다 넓게 형성되어 있음을 특징으로 하는 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

##### 청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 결합 돌기(41B)는 'T'자형임을 특징으로 하는 요철형 결합 구조의 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

##### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 각 밀봉재(3)를 구성하는 4개의 밀봉부재(3A)(3B)는 그 단면 형상이 사각형 형상의 바(bar)임을 특징으로 하는 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

##### 청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 각 밀봉재(3)를 구성하는 4개의 밀봉부재(3A)(3B) 중에서 2개의 요홈 밀봉부재(3B)의 종방향 일면에는 그 면의 폭방향으로 다공성 카본의 가스 흐름 통로와 크기와 방향이 일치하는 다수의 요홈부(3B')가 형성됨을 특징으로 하는 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

##### 청구항 6

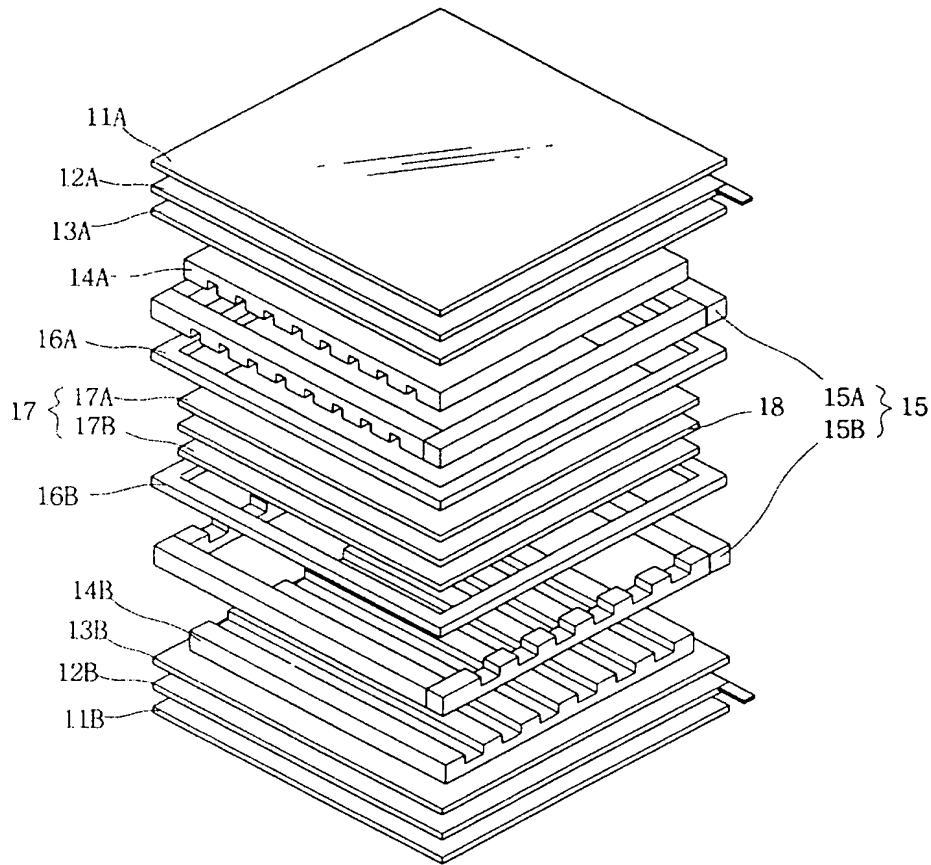
제 1항에 있어서, 상기 요홈 밀봉부재(3B)와 평활 밀봉부재(3A)의 결합시 접촉면에는 흑연 페이스트가 도포됨을 특징으로 하는 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

##### 청구항 7

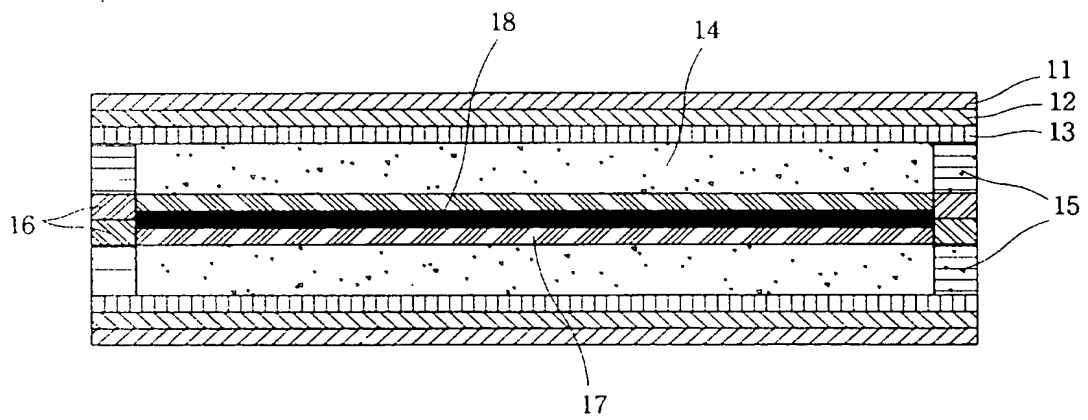
제 1항에 있어서, 상기 모서리 밀봉재(3)는 치밀성 카본 임을 특징으로 하는 인산형 연료전지용 요철형 결합 구조의 카본 모서리 밀봉재.

도면

도면1

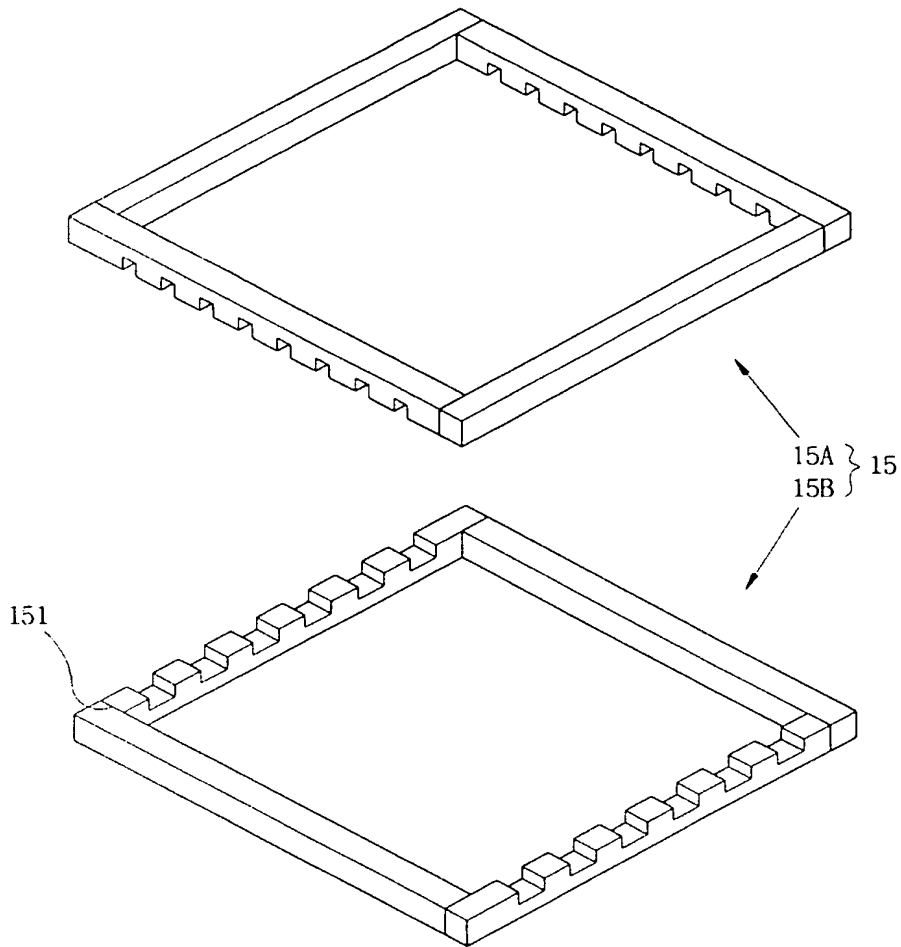


도면2

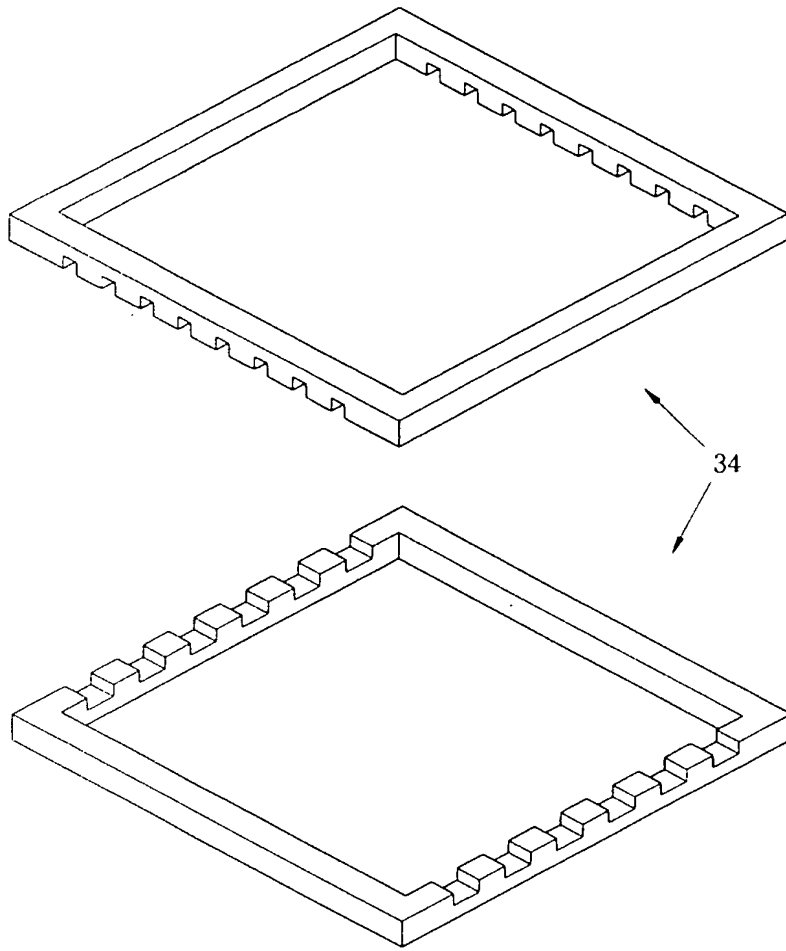




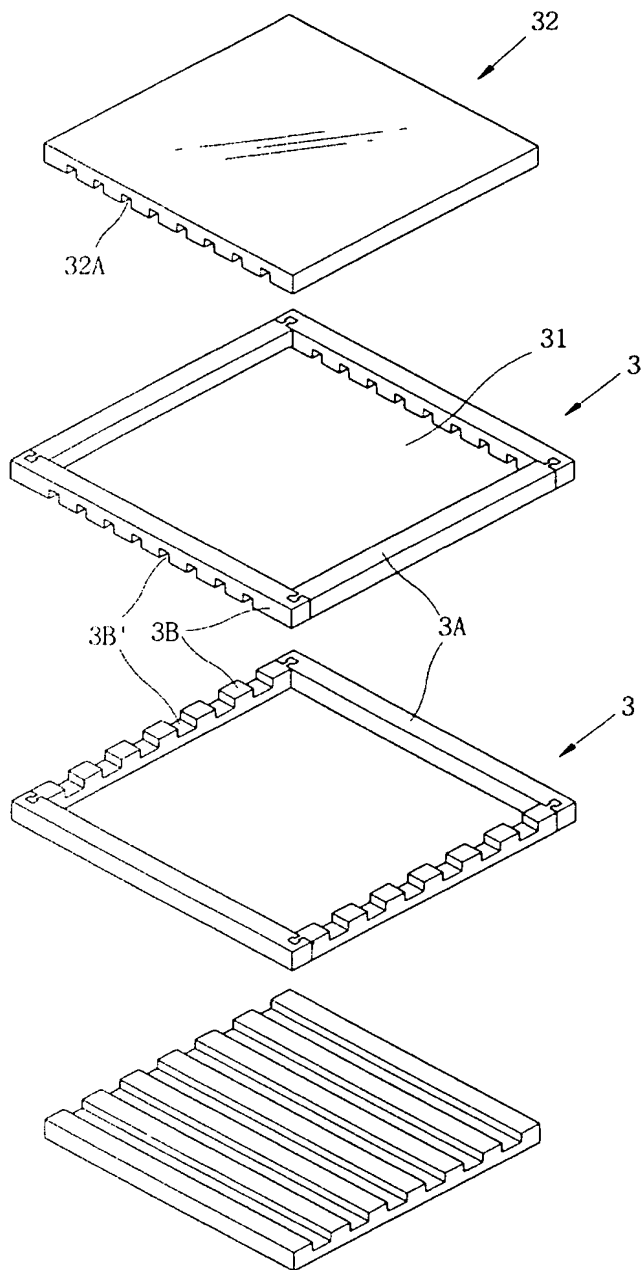
도면3



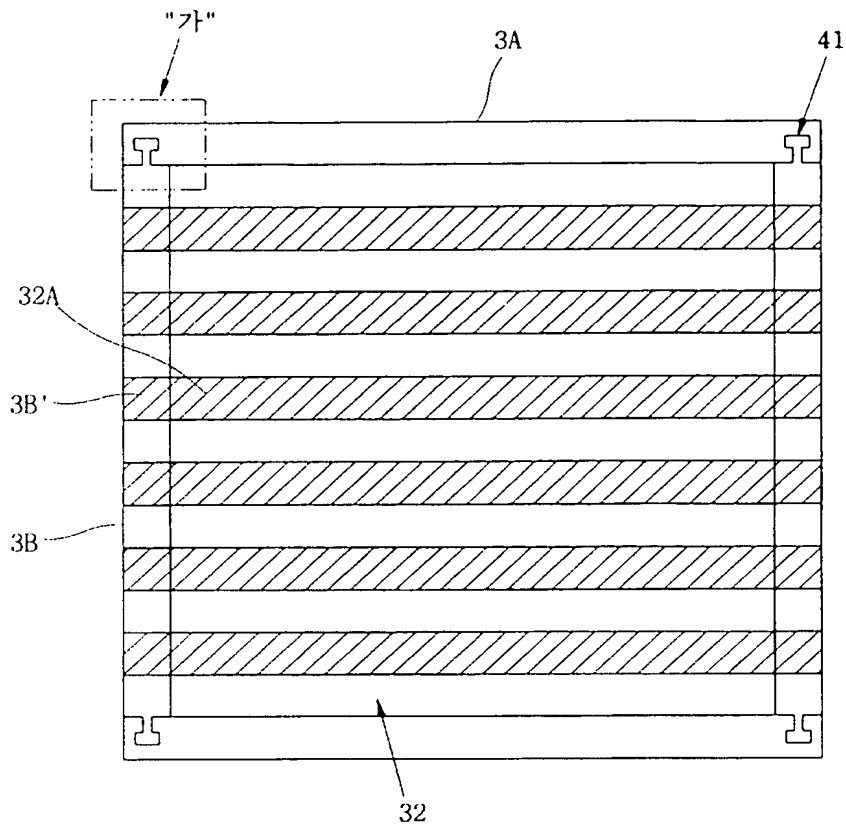
도면4



도면5



도면6



도면7

